

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 987 244**

(51) Int. Cl.:

**C09K 5/04**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2020 PCT/US2020/020738**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.09.2020 WO20180840**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2020 E 20716028 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2024 EP 3935124**

---

(54) Título: **Composiciones de transferencia de calor que comprenden R-1225YE(E), HFO-1234YF, R-32 y CO<sub>2</sub>**

(30) Prioridad:

**04.03.2019 US 201962813284 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.11.2024**

(73) Titular/es:

**THE CHEMOURS COMPANY FC, LLC (100.0%)  
1007 Market Street  
Wilmington, Delaware 19801, US**

(72) Inventor/es:

**MINOR, BARBARA HAVILAND**

(74) Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 987 244 T3**

---

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Composiciones de transferencia de calor que comprenden R-1225YE(E), HFO-1234YF, R-32 y CO<sub>2</sub>

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a composiciones que comprenden (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (es decir, R-1225ye(E) o HFO-1225ye(E)), HFO-1234yf, R-32, CO<sub>2</sub> y, opcionalmente, R-125 para usar en sistemas de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor. Las composiciones de la presente invención son útiles en métodos para producir enfriamiento y calentamiento, y métodos para sustituir los refrigerantes y aparatos de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor.

**Antecedentes**

15 Muchos refrigerantes comerciales actuales emplean hidroclorofluorocarbonos ("HCFC") o hidrofluorocarbonos ("HFC"). Los HCFC contribuyen al agotamiento del ozono y están programados para su eventual eliminación en virtud del Protocolo de Montreal. Los HFC, aunque no contribuyen al agotamiento del ozono, pueden contribuir al calentamiento global y el uso de tales compuestos ha sido objeto de escrutinio por parte de los reguladores ambientales. Por lo tanto, existe la necesidad de refrigerantes que se caractericen por no tener potencial de agotamiento de ozono (ODP) y por un bajo impacto en el calentamiento global. Esta invención aborda esta y otras necesidades.

20 Los documentos GB 2 435 747, US 2006/243945 y WO 2008/065011 divulgan composiciones refrigerantes que comprenden HFO-1225ye(E) y, opcionalmente, uno o más de HFO-1234yf, R-32, R-125 y CO<sub>2</sub>.

**25 Sumario**

30 La presente invención proporciona una composición que comprende (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32 y CO<sub>2</sub>, en donde la composición comprende aproximadamente 28 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, aproximadamente 27 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, aproximadamente 18 a aproximadamente 30 por ciento en peso R-32, y aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

35 La presente invención proporciona además composiciones como se describe en las reivindicaciones 2 a 8.

40 La presente invención proporciona además un proceso para producir enfriamiento, que comprende condensar la composición proporcionada por la presente invención y luego evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se debe enfriar.

45 La presente invención proporciona además un proceso para producir calentamiento, que comprende evaporar la composición proporcionada por la presente invención y luego condensar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se debe calentar.

50 La presente invención proporciona además métodos para sustituir el R-410A o el R-32 en un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, que comprende proporcionar una composición proporcionada por la presente invención como sustitución de dicho R-410A o R-32.

55 La presente invención proporciona además sistemas de aire acondicionado, sistemas de bomba de calor y sistemas de refrigeración que comprenden una composición proporcionada por la presente invención.

50 La presente invención proporciona además sistemas como se describe en las reivindicaciones 13 y 14.

60 A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que se entiende comúnmente por un experto en la materia a la que pertenece esta invención. En el presente documento se describen métodos y materiales para usar en la presente invención; también se pueden usar otros métodos y materiales adecuados conocidos en la técnica. Los materiales, métodos y ejemplos son solamente ilustrativos y no se pretende que sean limitantes.

**65 Descripción detallada**

60 La presente invención se refiere a métodos para producir enfriamiento y calentamiento, y métodos para reemplazar los refrigerantes existentes que se usan en sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor, que comprenden reemplazar dichos refrigerantes existentes con composiciones como se describe a continuación que comprenden (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (es decir, R-1225ye(E) o HFO-1225ye(E)), HFO-1234yf, R-32, CO<sub>2</sub> y, opcionalmente, R-125.

Definiciones y abreviaturas

- Como se utiliza en el presente documento, el término "comprende", la expresión "que comprende", el término "incluye", la expresión "que incluye", el término "tiene" la expresión "que tiene" o cualquier otra variación de los mismos están destinados a abarcar una inclusión no excluyente. Por ejemplo, un proceso, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado únicamente a aquellos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a tal proceso, método, artículo o aparato. Además, a menos que se indique explícitamente lo contrario, "o" se refiere a un "o" incluyente, y no a un "o" excluyente. Por ejemplo, una condición A o B se cumple mediante una cualquiera de los siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente) y tanto A como B son verdaderas (o están presentes).
- Como se usa en el presente documento, la expresión "que consiste esencialmente en" se usa para definir una composición, método que incluye materiales, etapas, características, componentes o elementos, además de los divulgados literalmente, siempre que estos materiales, etapas, características, componentes adicionales o elementos incluidos no afecten materialmente a la(s) característica(s) básica(s) y novedosa(s) de la invención reivindicada, especialmente el modo de acción para lograr el resultado deseado de cualquiera de los procesos de la presente invención. La expresión "que consiste esencialmente en" ocupa un término medio entre "que comprende" y "que consiste en".
- Además, el uso de "un" o "una" se emplea para describir elementos y componentes descritos en el presente documento. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Esta descripción debe leerse para incluir uno o al menos uno y el singular también incluye el plural, a menos que sea obvio que se desea indicar lo contrario.
- Como se usa en el presente documento, el término "aproximadamente" pretende tener en cuenta las variaciones debidas a un error experimental (por ejemplo, más o menos aproximadamente el 10 % del valor indicado). Se entiende que todas las mediciones notificadas en el presente documento están modificadas por el término "aproximadamente", se use o no el término explícitamente, a menos que se indique explícitamente lo contrario.
- Cuando se proporciona una cantidad, concentración u otro valor o parámetro como un intervalo, intervalo preferido o una lista de valores preferidos superiores y/o valores preferidos inferiores, esto debe entenderse como que se divultan específicamente todos los intervalos formados a partir de cualquier par de cualquier límite superior del intervalo o valor preferido y cualquier límite inferior del intervalo o valor preferido, independientemente de si los intervalos se divultan por separado. Cuando se menciona un intervalo de valores numéricos en el presente documento, a menos que se indique lo contrario, se pretende que el intervalo incluya los puntos finales del mismo, y todos los números enteros y fracciones dentro del intervalo.
- El potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) es un índice para estimar la contribución relativa al calentamiento global debido a la emisión atmosférica de un kilogramo de un gas de efecto invernadero particular en comparación con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. El GWP se puede calcular para diferentes horizontes de tiempo que muestran el efecto del tiempo de vida atmosférica para un gas dado. El GWP para el horizonte de tiempo de 100 años es comúnmente el valor referenciado.
- Como se usa en el presente documento, la expresión "potencial de agotamiento de ozono" (ODP) se define en "The Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002, A report of the World Meteorological Association's Global Ozone Research and Monitoring Project", sección 1.4.4, páginas 1.28 a 1.31 (véase el primer párrafo de esta sección). El ODP representa el alcance del agotamiento de ozono en la estratosfera esperado de un compuesto basándose en la masa por masa en relación con el fluorotriclorometano (CFC-11).
- La capacidad de refrigeración (también denominada como capacidad de enfriamiento) es un término para definir el cambio en la entalpía de un refrigerante o fluido de trabajo en un evaporador por unidad de masa de refrigerante o fluido de trabajo circulada. La capacidad de enfriamiento volumétrica se refiere a la cantidad de calor eliminado por el refrigerante o fluido de trabajo en el evaporador por unidad de volumen de vapor de refrigerante que sale del evaporador. La capacidad de refrigeración es una medida de la capacidad de un refrigerante, fluido de trabajo o composición de transferencia de calor para producir enfriamiento. Por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad de enfriamiento volumétrica del fluido de trabajo, mayor será la velocidad de enfriamiento que se puede producir en el evaporador con el caudal volumétrico máximo que se puede lograr con un compresor dado. La velocidad de enfriamiento se refiere al calor eliminado por el refrigerante en el evaporador por unidad de tiempo.
- De manera similar, la capacidad de calentamiento volumétrica es un término para definir la cantidad de calor suministrado por el refrigerante o fluido de trabajo en el condensador por unidad de volumen de refrigerante o vapor de fluido de trabajo que entra en el compresor. Cuanto mayor sea la capacidad de calentamiento volumétrico del refrigerante o fluido de trabajo, mayor será la velocidad de calentamiento que se produce en el condensador con el caudal volumétrico máximo que se puede lograr con un compresor dado.

El coeficiente de rendimiento (COP) es la cantidad de calor eliminado en el evaporador dividido por la energía requerida para operar el compresor. Cuanto mayor sea el COP, mayor será la eficiencia energética. El COP está directamente relacionado con el índice de eficiencia energética (EER), es decir, la calificación de eficiencia para equipos de refrigeración o aire acondicionado en un conjunto específico de temperaturas internas y externas.

- 5 Como se utiliza en el presente documento, un medio de transferencia de calor comprende una composición que se usa para transportar calor desde una fuente de calor hasta un disipador de calor. Por ejemplo, el calor de un cuerpo que se debe enfriar hacia un evaporador de enfriador o de un condensador de enfriador hacia una torre de enfriamiento u otra configuración donde el calor puede descartarse al ambiente.
- 10 Como se usa en el presente documento, un fluido de trabajo o refrigerante comprende un compuesto o mezcla de compuestos (por ejemplo, una composición proporcionada en el presente documento) que funcionan para transferir calor en un ciclo en donde el fluido de trabajo experimenta un cambio de fase de un líquido a un gas y de vuelta a un líquido en un ciclo repetitivo.
- 15 El subenfriamiento es la reducción de la temperatura de un líquido por debajo del punto de saturación de ese líquido para una presión determinada. El punto de saturación es la temperatura a la que la composición de vapor se condensa completamente a líquido (también conocido como punto de burbuja). Pero el subenfriamiento continúa enfriando el líquido a una temperatura más baja a la presión dada. Enfriando un líquido por debajo de la temperatura de saturación, se puede aumentar la capacidad de refrigeración neta. El subenfriamiento mejora de este modo la capacidad de refrigeración y la eficiencia energética de un sistema. La cantidad de subenfriamiento es la cantidad de enfriamiento por debajo de la temperatura de saturación (en grados) o qué tan lejos por debajo de su temperatura de saturación se enfriá una composición líquida.
- 20
- 25
- 30 Sustancias químicas, abreviaturas y acrónimos

HFC: hidrofluorocarbono

HCFC: hidroclorofluorocarbono

HFO: hidrofluoroolefina

35 R-32 o HFC-32: difluorometano

R-125 o HFC-125: 1,1,1,2,2-pentafluoroetano

R-1225ye(E), HFO-1225yeE o 1225yeE: (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno

R-1234yf, HFO-1234yf o 1234yf: 2,3,3,3-tetrafluoropropeno

R-410A: una mezcla de 50 % en peso de HFC-32 y 50 % en peso de HFC-125

40 CAP: capacidad de enfriamiento (o calentamiento)

COP: coeficiente de rendimiento

GWP: potencial calentamiento global

ODP: potencial de agotamiento de ozono

45 Composiciones

La presente invención proporciona una composición que comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 18 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición consiste esencialmente en (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32 y CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición consiste en (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32 y CO<sub>2</sub>.

55 La composición comprende aproximadamente 28 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, por ejemplo, aproximadamente 28, aproximadamente 30, aproximadamente 32, aproximadamente 35 o aproximadamente 37 por ciento en peso (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 35 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 31 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno.

65 La composición comprende de aproximadamente 27 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, por ejemplo, aproximadamente 27, aproximadamente 30, aproximadamente 33 o aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 35 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf. En algunas realizaciones, la composición comprende de

aproximadamente 27 a aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 27 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-1234yf.

5 La composición comprende de aproximadamente 18 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, por ejemplo, aproximadamente 18, aproximadamente 20, aproximadamente 25 o aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 18 a aproximadamente 20 por ciento en peso de HFO-R-32. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-R-32. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-R-32.

10 La composición comprende de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, aproximadamente 9, aproximadamente 10, aproximadamente 12 o aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 9 a aproximadamente 10 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 12 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 13 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

15 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 35 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 35 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 18 a aproximadamente 20 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 9 a aproximadamente 10 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

20 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 12 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

25 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 31 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 26 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 13 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

30 En algunas realizaciones, la composición comprende además R-125.

35 En algunas realizaciones, la composición consiste esencialmente en (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32, R-125 y CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición consiste en (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32, R-125 y CO<sub>2</sub>.

40 En algunas realizaciones, la composición comprende aproximadamente 28 a aproximadamente 35 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, por ejemplo, aproximadamente 28, aproximadamente 30, aproximadamente 32 o aproximadamente 35 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 29 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno.

45 En algunas realizaciones, la composición comprende aproximadamente 27 a aproximadamente 35 por ciento en peso de HFO-1234yf, por ejemplo, aproximadamente 27, aproximadamente 30, aproximadamente 33 o aproximadamente 35 por ciento en peso de HFO-1234yf. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 27 a aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 27 a aproximadamente 29 por ciento en peso de HFO-1234yf.

50 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 20 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, por ejemplo, aproximadamente 20, aproximadamente 23, aproximadamente 25, aproximadamente 27 o aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-R-32. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32.

55 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 1 a aproximadamente 11 por ciento en peso de R-125, por ejemplo, aproximadamente 1, aproximadamente 3, aproximadamente 5, aproximadamente 7, aproximadamente 9 o aproximadamente 11 por ciento en peso de R-125. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 por ciento en peso de R-125. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 por ciento en peso de R-125.

60 En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 10 a aproximadamente 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>. En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 11 a aproximadamente 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.

- En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, de aproximadamente 1 a 5 aproximadamente 5 por ciento en peso de R-125 y de aproximadamente 10 a aproximadamente 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- En algunas realizaciones, la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 29 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 29 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 28 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, de aproximadamente 1 a 10 aproximadamente 4 por ciento en peso de R-125 y de aproximadamente 11 a aproximadamente 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento se selecciona del grupo de 15 composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C.
- En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones 20 proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición presenta una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±3 % a aproximadamente ±20 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32.
- En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones 25 proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición presenta una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ± 20 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición presenta una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de 30 aproximadamente ± 15% de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición presenta una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ± 10 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición presenta una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de 35 aproximadamente ± 5% de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición exhibe un GWP menor que aproximadamente 750. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de 40 composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición exhibe un GWP menor que aproximadamente 400. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición exhibe un GWP menor que aproximadamente 250. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de 45 composiciones proporcionadas en las Tablas 1A-1C, en donde la composición exhibe un GWP menor que aproximadamente 150.
- En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento se selecciona del grupo de 50 composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C.
- En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición exhibe una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±3 % a aproximadamente ±20 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32.
- En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones 55 proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición exhibe una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±20 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de 60 aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición exhibe una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±15% de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de 65 aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición exhibe una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±10 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición exhibe una capacidad de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente ±5 % de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32.

de enfriamiento (CAP) que está dentro de aproximadamente  $\pm 5\%$  de la capacidad de enfriamiento de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición presenta un GWP menor que aproximadamente 750. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición presenta un GWP menor que aproximadamente 400. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición presenta un GWP menor que aproximadamente 250. En algunas realizaciones, la composición es una composición seleccionada del grupo de composiciones proporcionadas en las Tablas 2A-2C, con la condición de que el porcentaje en peso de CO<sub>2</sub> cae dentro del intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso, en donde la composición presenta un GWP menor que aproximadamente 150.

#### Métodos de uso

Las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden actuar como un fluido de trabajo usado para transportar calor desde una fuente de calor hasta un disipador de calor. Tales composiciones de transferencia de calor también pueden ser útiles como refrigerante en un ciclo en donde el fluido experimenta un cambio de fase; es decir, por ejemplo, de un líquido a un gas y nuevamente a un líquido, o viceversa. Los ejemplos de sistemas de transferencia de calor incluyen, pero sin limitación, aires acondicionados, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, enfriadores de agua, enfriadores de evaporador inundado, enfriadores de expansión directa, cámaras frigoríficas, bombas de calor de alta temperatura, refrigeradores móviles, unidades de aire acondicionado móviles, sistemas de enfriamiento por inmersión, sistemas de enfriamiento de centros de datos y combinaciones de los mismos. En consecuencia, la presente invención proporciona un sistema de transferencia de calor (por ejemplo, un aparato de transferencia de calor) como se describe en el presente documento, que comprende una composición proporcionada en el presente documento. En algunas realizaciones, la composición proporcionada en el presente documento es útil como fluido de trabajo (por ejemplo, un fluido de trabajo para aplicaciones de refrigeración o calentamiento) en el aparato de transferencia de calor. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende una bomba de calor de alta temperatura. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un compresor centrífugo. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende un aparato enfriador. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en un aparato o sistema que comprende un aparato enfriador centrífugo. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en una bomba de calor centrífuga de alta temperatura.

Los sistemas mecánicos de refrigeración por compresión de vapor, aire acondicionado y bomba de calor incluyen un evaporador, un compresor, un condensador y un dispositivo de expansión. Un ciclo de refrigeración reutiliza refrigerante en múltiples etapas produciendo un efecto de enfriamiento en una etapa y un efecto de calentamiento en una etapa diferente. El ciclo puede describirse como sigue: El refrigerante líquido entra en un evaporador a través de un dispositivo de expansión, y el refrigerante líquido hiere en el evaporador, extrayendo calor del entorno, a baja temperatura para formar un gas y producir enfriamiento. Con frecuencia, el aire o un fluido de transferencia de calor fluye sobre o alrededor del evaporador para transferir el efecto de enfriamiento causado por la evaporación del refrigerante en el evaporador a un cuerpo que se debe enfriar. El gas a baja presión entra en un compresor donde se comprime el gas para elevar su presión y temperatura. El refrigerante gaseoso de mayor presión (comprimido) entra en el condensador en el que el refrigerante se condensa y descarga su calor al medio ambiente. El refrigerante regresa al dispositivo de expansión a través del que se expande el líquido desde el nivel de mayor presión en el condensador hasta el nivel de baja presión en el evaporador, de manera que se repite el ciclo.

Un cuerpo que se debe enfriar o calentar puede definirse como cualquier espacio, ubicación, objeto o cuerpo para el que es deseable proporcionar enfriamiento o calentamiento. Los ejemplos incluyen espacios (abiertos o cerrados) que requieren aire acondicionado, enfriamiento o calentamiento, tales como una habitación, un apartamento o edificio, tal como un edificio de apartamentos, residencia universitaria, casa adosada u otra casa anexa o vivienda unifamiliar, hospitales, edificios de oficinas, supermercados, aulas de colegios o universidades o edificios administrativos y compartimentos de pasajeros de automóviles o camiones. Además, un cuerpo que se debe enfriar puede incluir dispositivos electrónicos, tales como equipos informáticos, unidades central de procesamiento (cpu), centros de datos, bancos de servidores y ordenadores personales, entre otros.

Por "en las proximidades de" se entiende que el evaporador del sistema que contiene el refrigerante está ubicado dentro o adyacente al cuerpo que se debe enfriar, de modo que el aire que se mueve sobre el evaporador se movería hacia o alrededor del cuerpo que se debe enfriar. En el proceso para producir calentamiento, "en las proximidades de" significa que el condensador del sistema que contiene el refrigerante está ubicado dentro o adyacente al cuerpo que se va a calentar, de modo que el aire que se mueve sobre el evaporador se movería hacia

o alrededor del cuerpo a calentar. En algunas realizaciones, para la transferencia de calor, "en las proximidades de" puede significar que el cuerpo que se debe enfriar se sumerge directamente en la composición de transferencia de calor o los tubos que contienen las composiciones de transferencia de calor corren internamente y fuera del equipo electrónico, por ejemplo.

- 5 Los sistemas de refrigeración ilustrativos incluyen, pero sin limitación, equipos que incluyen refrigeradores y congeladores comerciales, industriales o residenciales, máquinas de hielo, refrigeradores y congeladores autónomos, máquinas expendedoras, enfriadores de evaporador inundado, enfriadores de expansión directa, enfriadores de agua, enfriadores centrífugos, enfriadores de paseo enfriadores y congeladores de entrada y de acceso, y sistemas combinados. En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden usarse en sistemas de refrigeración de supermercados. Además, las aplicaciones estacionarias pueden utilizar un sistema de circuito secundario que usa un refrigerante primario para producir enfriamiento en una ubicación que se transfiere a una ubicación remota a través de un fluido de transferencia de calor secundario.
- 10
- 15 En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento son útiles en sistemas móviles de transferencia de calor, que incluyen sistemas o aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor. En algunas realizaciones, las composiciones son útiles en sistemas de transferencia de calor estacionarios, incluyendo sistemas o aparatos de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor.
- 20 Como se usa en el presente documento, sistemas móviles de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor se refiere a cualquier aparato de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor incorporado en una unidad de transporte por carretera, ferrocarril, mar o aire. Los sistemas móviles de aire acondicionado o bombas de calor pueden usarse en automóviles, camiones, automotores u otros sistemas de transporte. La refrigeración móvil puede incluir refrigeración de transporte en camiones, aeroplanos o automotores. Además, los aparatos que están destinados a proporcionar refrigeración para un sistema independiente de cualquier portador móvil, conocidos como sistemas "intermodales", se incluyen en las presentes invenciones. Dichos sistemas intermodales incluyen "contenedores" (transporte combinado marítimo/terrestre) así como "cajas móviles" (transporte combinado por carretera y ferrocarril).
- 25
- 30 Como se utiliza en el presente documento, los sistemas estacionarios de aire acondicionado o bomba de calor son sistemas que se fijan durante el funcionamiento. Un sistema estacionario de aire acondicionado o bomba de calor puede asociarse dentro o adjuntarse a edificios de cualquier tipo. Estas aplicaciones estacionarias pueden ser aire acondicionado y bombas de calor estacionarias, que incluyen, entre otros, enfriadores, bombas de calor, que incluyen bombas de calor residenciales y de alta temperatura, sistemas de aire acondicionado residenciales, comerciales o industriales, e incluyen terminales de ventana, sin conductos, con conductos, empaquetados, y aquellos exteriores pero conectados al edificio, tales como sistemas de tejado.
- 35
- 40 La transferencia de calor estacionaria puede referirse a sistemas para enfriar dispositivos electrónicos, tales como sistemas de enfriamiento por inmersión, sistemas de enfriamiento por inmersión, sistemas de enfriamiento por cambio de fase, sistemas de enfriamiento de centros de datos o simplemente sistemas de enfriamiento por líquido.
- 45 En algunas realizaciones, se proporcionan métodos para usar las presentes composiciones como fluido de transferencia de calor. El método comprende transportar dicha composición desde una fuente de calor hasta un disipador de calor.
- 50 En algunas realizaciones, se proporcionan métodos para producir enfriamiento, que comprende evaporar cualquiera de los presentes compuestos o composiciones en las proximidades de un cuerpo que se debe enfriar, y después de ello condensar dicha composición.
- 55 En algunas realizaciones, la composición es para usarse en la transferencia de calor, en donde el fluido de trabajo es un componente de transferencia de calor.
- 60 En algunas realizaciones, las composiciones de la invención son para usarse en refrigeración o aire acondicionado. En algunas realizaciones, las composiciones de la presente invención pueden ser útiles para reducir o eliminar la inflamabilidad de los refrigerantes inflamables proporcionados en el presente documento (por ejemplo, R-410A o R-32). En algunas realizaciones, la presente invención proporciona un método para reducir la inflamabilidad de un refrigerante inflamable que comprende añadir una composición que comprende una composición como se divulga en el presente documento a un refrigerante inflamable.
- 65 Las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden ser útiles como reemplazo de un refrigerante usado actualmente ("existente"). Como se usa en el presente documento, se entenderá que la expresión

- "refrigerante existente" significa el refrigerante para el que se diseñó el sistema de transferencia de calor para operar, o el refrigerante que reside en el sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el refrigerante existente es R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante existente es R-410A. En algunas realizaciones, el refrigerante existente es R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución es una composición proporcionada en el presente documento.
- A menudo, los refrigerantes de sustitución son más útiles si pueden utilizarse en el equipo de refrigeración original diseñado para un refrigerante diferente, por ejemplo, con modificaciones mínimas o nulas del sistema. En muchas aplicaciones, algunas realizaciones de las composiciones divulgadas son útiles como refrigerantes y proporcionan un rendimiento de refrigeración (es decir, capacidad de refrigeración) al menos comparable al del refrigerante para el que se busca un sustituto.
- En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento (es decir, una composición proporcionada en el presente documento) presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 15\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 10\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 5\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32.
- En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento (es decir, una composición proporcionada en el presente documento) presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32 y tiene un GWP menor de aproximadamente 750. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32 y tiene un GWP menor que aproximadamente 400. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32 y tiene un GWP menor que aproximadamente 250. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  a aproximadamente  $\pm 20\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32 y tiene un GWP menor que aproximadamente 150.
- En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución proporcionado en el presente documento presenta una capacidad de enfriamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 5\%$  de la capacidad de enfriamiento del R-410A o R-32 y tiene un GWP menor que aproximadamente 150.
- En algunas realizaciones, el método comprende reemplazar el R-410A o el R-32 en una bomba de calor de alta temperatura con una composición de refrigerante de sustitución proporcionada en el presente documento. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura es una bomba de calor centrífuga de alta temperatura.
- En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente 50 °C. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente 100 °C. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente 120 °C. En algunas realizaciones, la bomba de calor de alta temperatura comprende un condensador que funciona a una temperatura superior a aproximadamente 150 °C.
- En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución presenta un coeficiente de rendimiento (COP) para calentamiento que está dentro de aproximadamente  $\pm 5\%$  del COP de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución presenta un COP que está dentro de aproximadamente  $\pm 3\%$  del COP de R-410A o R-32. En algunas realizaciones, el refrigerante de sustitución presenta un COP que es aproximadamente igual al COP de R-410A o R-32.
- En algunas realizaciones, la presente invención proporciona un método para mejorar la eficiencia energética de un sistema o aparato de transferencia de calor que comprende un refrigerante existente, que comprende reemplazar sustancialmente el refrigerante existente con una composición de refrigerante de sustitución proporcionada en el presente documento, mejorando de este modo la eficiencia del sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de calor es un sistema enfriador o aparato enfriador proporcionado en el

presente documento.

En algunas realizaciones, se proporciona un método de funcionamiento un sistema de transferencia de calor o para transferir calor que está diseñado para funcionar con un refrigerante existente cargando un sistema vacío con una composición de la presente invención, o reemplazando sustancialmente dicho refrigerante existente con una composición de la presente invención.

Como se usa en el presente documento, se entenderá que la expresión "reemplazar sustancialmente" significa permitir que el refrigerante existente se drene del sistema, o bombear el refrigerante existente del sistema, y luego cargar el sistema con una composición de la presente invención. El sistema puede lavarse con una o más cantidades del refrigerante de sustitución antes de cargarse. Debe entenderse que, en algunas realizaciones, puede estar presente alguna pequeña cantidad del refrigerante existente en el sistema después de que el sistema se haya cargado con la composición de la presente invención.

En otra realización se proporciona un método para recargar un sistema de transferencia de calor que contiene un refrigerante titular y un lubricante, comprendiendo dicho método extraer sustancialmente el refrigerante titular del sistema de transferencia de calor mientras se retiene una porción sustancial del lubricante en dicho sistema e introducir uno de las presentes composiciones al sistema de transferencia de calor. En algunas realizaciones, el lubricante en el sistema se reemplaza parcialmente.

En algunas realizaciones, las composiciones de la presente invención pueden usarse para completar una carga de refrigerante en un enfriador. Por ejemplo, si un enfriador que usa R-410A o R-32 tiene un rendimiento disminuido debido a una fuga de refrigerante, las composiciones descritas en el presente documento pueden añadirse para que el rendimiento alcance otra vez la especificación.

En algunas realizaciones, se proporciona un sistema de intercambio de calor que contiene una cualquiera o más de las composiciones divulgadas actualmente, en donde dicho sistema se selecciona del grupo que consiste en aires acondicionados, congeladores, refrigeradores, bombas de calor, enfriadores de agua, enfriadores de evaporador inundado, enfriadores de evaporador inundado, expansión directa enfriadores, cámaras frigoríficas, bombas de calor, refrigeradores móviles, unidades móviles de aire acondicionado y sistemas que tienen combinaciones de los mismos. Además, las composiciones proporcionadas en el presente documento pueden ser útiles en sistemas de bucle secundario en donde estas composiciones sirven como refrigerante principal proporcionando, por tanto, refrigeración a un fluido de transferencia de calor secundario que enfriá de ese modo una ubicación remota.

Las composiciones de la presente invención pueden tener cierto deslizamiento de temperatura en los intercambiadores de calor. Por lo tanto, los sistemas pueden operar más eficientemente si los intercambiadores de calor funcionan en modo de contracorriente o en modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente. La tendencia a contracorriente significa que cuanto más se acerque el intercambiador de calor al modo de contracorriente, más eficiente será la transferencia de calor. Por lo tanto, los intercambiadores de calor de aire acondicionado, en particular los evaporadores, están diseñados para proporcionar algún aspecto de tendencia a contracorriente.

Por lo tanto, en el presente documento se proporciona un sistema de aire acondicionado o bomba de calor en donde dicho sistema incluye uno o más intercambiadores de calor (evaporadores, condensadores o ambos) que funcionan en modo de contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.

En algunas realizaciones, en el presente documento se proporciona un sistema de refrigeración en donde dicho sistema incluye uno o más intercambiadores de calor (evaporadores, condensadores o ambos) que funcionan en modo de contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.

En algunas realizaciones, los sistemas de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor es un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor estacionario. En algunas realizaciones, los sistemas de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor es un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor móvil.

Además, en algunas realizaciones, las composiciones divulgadas pueden funcionar como refrigerantes primarios en sistemas de bucle secundario que proporcionan enfriamiento a ubicaciones remotas mediante el uso de un fluido de transferencia de calor secundario, que puede comprender agua, una solución salina acuosa (por ejemplo, cloruro de calcio), un glicol, dióxido de carbono o un fluido de hidrocarburo fluorado (es decir, un HFC, HCFC, hidrofluoroolefina ("HFO"), hidroclorofluoroolefina ("HCFO"), clorofluoroolefina ("CFO") o perfluorocarbono ("PFC"). En este caso, el fluido de transferencia de calor secundario es el cuerpo que se debe enfriar ya que se encuentra junto al evaporador y se enfriá antes de pasar a un segundo cuerpo remoto a enfriar. En otras realizaciones, las composiciones divulgadas pueden funcionar como el fluido de transferencia de calor secundario, transfiriendo o proporcionando de ese modo enfriamiento (o calentamiento) a la ubicación remota.

En algunas realizaciones, las composiciones proporcionadas en el presente documento comprenden además uno o

- más componentes no refrigerantes (también denominados en el presente documento aditivos) seleccionados del grupo que consiste en lubricantes, pigmentos (incluidos los colorantes UV), agentes solubilizantes, compatibilizadores, estabilizadores, trazadores, perfluoropolímeros, agentes antidesgaste, agentes de presión extrema, inhibidores de corrosión y oxidación, inhibidores de polimerización, reductores de energía de superficies metálicas, desactivadores de superficies metálicas, captadores de radicales libres, agentes de control de espuma, mejoradores del índice de viscosidad, depresores del punto de fluidez, detergentes, ajustadores de viscosidad y mezclas del mismo. De hecho, muchos de estos componentes no refrigerantes opcionales encajan en una o más de estas categorías y pueden tener cualidades que se presten para lograr una o más características de rendimiento.
- En algunas realizaciones, uno o más componentes no refrigerantes están presentes en pequeñas cantidades en relación con la composición general. En algunas realizaciones, la cantidad de concentración de aditivo(s) en las composiciones divulgadas varía desde menos de aproximadamente 0,1 por ciento en peso hasta aproximadamente 5 por ciento en peso de la composición total. En algunas realizaciones de la presente invención, los aditivos están presentes en las composiciones divulgadas en una cantidad entre aproximadamente el 0,1 por ciento en peso y aproximadamente el 5 por ciento en peso de la composición total o en una cantidad entre aproximadamente el 0,1 por ciento en peso y aproximadamente el 3,5 por ciento en peso. El(es) componente(s) aditivo(s) seleccionado(s) para la composición divulgada se selecciona(n) basándose en la utilidad y/o los componentes del equipo individual o los requisitos del sistema.
- En algunas realizaciones, el lubricante se selecciona del grupo que consiste en aceite mineral, alquilbenceno, ésteres de poliol, polialquilenglicoles, éteres de polivinilo, policarbonatos, perfluoropolímeros, siliconas, ésteres de silicato, ésteres de fosfato, parafinas, naftenos, polialfa-olefinas y combinaciones de los mismos.
- Los lubricantes como se divulan en el presente documento pueden ser lubricantes comercializados. Por ejemplo, el lubricante puede ser aceite mineral parafínico, vendido por BVA Oils como BVM 100 N, aceites minerales nafténicos vendidos por Crompton Co. bajo las marcas registradas Suniso® 1GS, Suniso® 3GS y Suniso® 5GS, aceite mineral nafténico vendido por Pennzoil bajo la marca registrada Sontex® 372LT, aceite mineral nafténico vendido por Calumet Lubricants bajo la marca registrada Calumet® RO-30, alquilbencenos lineales vendidos por Shrieve Chemicals bajo las marcas registradas Zerol® 75, Zerol® 150 y Zerol® 500 y alquilbenceno ramificado vendido por Nippon Oil como HAB 22, ésteres de poliol (POE) vendidos bajo la marca registrada Castrol® 100 de Castrol, Reino Unido, polialquilenglicoles (PAG) tales como RL-488A de Dow (Dow Chemical, Midland, Michigan), y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los lubricantes divulgados en este párrafo.
- A pesar de las relaciones en peso anteriores para las composiciones divulgadas en el presente documento, se entiende que en algunos sistemas de transferencia de calor, mientras se usa la composición, puede adquirir lubricante adicional de uno o más componentes de equipo de dicho sistema de transferencia de calor. Por ejemplo, en algunos sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor, los lubricantes pueden cargarse en el compresor y/o en el sumidero de lubricante del compresor. Dicho lubricante sería adicional a cualquier aditivo lubricante presente en el refrigerante en tal sistema. Durante el uso, cuando el refrigerante está en el compresor, puede recoger una cantidad del lubricante del equipo para cambiar la composición refrigerante-lubricante de la relación inicial.
- El componente no refrigerante usado con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un pigmento. El pigmento puede ser al menos un pigmento ultravioleta (UV). Como se utiliza en el presente documento, el pigmento "ultravioleta" se define como una composición UV fluorescente o fosforescente que absorbe la luz en la región ultravioleta o "cercana" al ultravioleta del espectro electromagnético. Puede detectarse la fluorescencia producida por el pigmento fluorescente UV bajo iluminación por una luz UV que emite al menos algo de radiación con una longitud de onda en el intervalo de 10 nanómetros a aproximadamente 775 nanómetros.
- El pigmento UV es un componente útil para detectar fugas de la composición al permitir que se observe la fluorescencia del pigmento en o en las proximidades de un punto de fuga en un aparato (por ejemplo, unidad de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor). La emisión UV, por ejemplo, la fluorescencia del pigmento puede observarse bajo una luz ultravioleta. Por lo tanto, si una composición que contiene un pigmento UV de este tipo se filtra desde un punto dado en un aparato, la fluorescencia puede detectarse en el punto de fuga o en las proximidades del punto de fuga.
- En algunas realizaciones, el pigmento UV puede ser un pigmento fluorescente. En algunas realizaciones, el pigmento fluorescente se selecciona del grupo que consiste en naftalimidas, perilenos, cumarinas, antracenos, fenantracenos, xantenos, tioxantenos, naftoxantenos, fluoresceínas y derivados de dicho colorante, y combinaciones de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los pigmentos anteriores o sus derivados divulgados en este párrafo.
- Otro componente no refrigerante que puede usarse con las composiciones de la presente invención puede incluir al menos un agente solubilizante seleccionado para mejorar la solubilidad de uno o más pigmentos en las composiciones divulgadas. En algunas realizaciones, la relación en peso del pigmento y el agente solubilizante varía de aproximadamente 99:1 a aproximadamente 1:1. Los agentes solubilizantes incluyen al menos un compuesto

seleccionado del grupo que consiste en hidrocarburos, éteres de hidrocarburos, éteres de polioxialquilenglicol (tales como éter dimetílico de dipropilenglicol), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o mezclas de los mismos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres y 1,1,1-trifluoroalcanos y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los agentes solubilizantes divulgados en este párrafo.

En algunas realizaciones, el componente no refrigerante comprende al menos un compatibilizador para mejorar la compatibilidad de uno o más lubricantes con las composiciones divulgadas. El compatibilizador puede seleccionarse del grupo que consiste en hidrocarburos, éteres de hidrocarburos, éteres de polioxialquilenglicol (tales como éter dimetílico de dipropilenglicol), amidas, nitrilos, cetonas, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo o mezclas de los mismos), ésteres, lactonas, éteres aromáticos, fluoroéteres, 1,1,1-trifluoroalcanos y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los compatibilizadores divulgados en este párrafo.

El agente solubilizante y/o el compatibilizador puede seleccionarse del grupo que consiste en éteres de hidrocarburo que consisten en los éteres que contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, tal como éter dimetílico (DME) y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquiera de los éteres de hidrocarburo divulgados en este párrafo.

El compatibilizador puede ser un compatibilizador hidrocarburo cíclico, alifático y/o aromático que contiene de 3 a 15 átomos de carbono. El compatibilizador puede ser al menos un hidrocarburo, que puede seleccionarse del grupo que consiste en al menos propanos, incluidos propileno y propano, butanos, incluidos n-butano e isobuteno, pentanos, incluidos n-pentano, isopentano, neopentano y ciclopentano, hexanos, octanos, nonanos y decanos, entre otros. Los compatibilizadores de hidrocarburos disponibles en el mercado incluyen, pero sin limitación, los de Exxon Chemical (EE. UU.) vendidos con las marcas comerciales Isopar® H, una mezcla de undecano (Cn) y dodecano (C<sub>12</sub>) (un compuesto isoparafínico de alta pureza de C<sub>11</sub> a C<sub>12</sub>), Aromatic 150 (un compuesto aromático de C<sub>9</sub> a C<sub>11</sub>) (Aromatic 200 (un compuesto aromático de C<sub>9</sub> a C<sub>15</sub>) y Nafta 140 (una mezcla de parafinas, naftenos e hidrocarburos aromáticos de C<sub>5</sub> a C<sub>11</sub>) y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los hidrocarburos divulgados en este párrafo.

Como alternativa, el compatibilizador puede ser al menos un compatibilizador polimérico. El compatibilizador polimérico puede ser un copolímero aleatorio de acrilatos fluorados y no fluorados, en donde el polímero comprende unidades repetitivas de al menos un monómero representado por las fórmulas CH<sub>2</sub>=C(R<sup>1</sup>)CO<sub>2</sub>R<sup>2</sup>, CH<sub>2</sub>=C(R<sup>3</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>R<sup>4</sup> y CH<sub>2</sub>=C(R<sup>5</sup>)C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>XR<sup>6</sup>, en donde X es oxígeno o azufre; R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> y R<sup>5</sup> se seleccionan independientemente del grupo que consiste en H y radicales alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>; y R<sup>2</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>6</sup> se seleccionan independientemente del grupo que consiste en radicales basados en cadenas de carbono que contienen C y F, y pueden contener además H, Cl, éter, oxígeno o azufre en forma de grupos tioéter, sulfóxido o sulfona y mezclas de los mismos. Los ejemplos de tales compatibilizadores poliméricos incluyen los comercializados por E. I. du Pont de Nemours and Company, (Wilmington, DE, 19898, USA) bajo la marca registrada Zonyl® PHS. Zonyl® PHS es un copolímero aleatorio fabricado por polimerización del 40 por ciento en peso de CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>(CF<sub>2</sub>CF<sub>2</sub>)<sub>m</sub>F (denominado también fluorometacrilato de Zonyl®, o ZFM) en donde m es de 1 a 12, principalmente de 2 a 8, y 60 por ciento en peso de lauril metacrilato (CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CO<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>11</sub>CH<sub>3</sub>, denominado también LMA).

En algunas realizaciones, el componente compatibilizador contiene de aproximadamente de 0,01 a 30 por ciento en peso (basado en la cantidad total de compatibilizador) de un aditivo que reduce la energía superficial del cobre metálico, aluminio, acero u otros metales y aleaciones metálicas de los mismos que se encuentran en los intercambiadores de calor, de una manera que reduce la adhesión de lubricantes al metal. Los ejemplos de aditivos reductores de la energía superficial del metal incluyen los comercializados por DuPont como las marcas registradas Zonyl® FSA, Zonyl® FSP y Zonyl® FSJ.

Otro componente no refrigerante que puede usarse con las composiciones de la presente invención puede ser un desactivador de superficies metálicas. El desactivador de superficies metálicas se selecciona del grupo que consiste en areoxalil bis(bencilideno) hidrazida (N.º de registro CAS 6629-10-3), N,N'-bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxihidrocinamilo)hidrazina (N.º de registro CAS 32687-78-8), 2,2'-oxamidobis-etil-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxihidrocinamato (N.º de registro CAS 70331-94-1), N,N'-(disaliciliclideno)-1,2-diaminopropano (N.º de registro CAS 94-91-7) y ácido etilendiaminotetraacético (N.º de registro CAS 60-00-4) y sus sales, y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los desactivadores de superficies metálicas divulgados en este párrafo.

El componente no refrigerante usado con las composiciones de la presente invención puede ser, como alternativa, un estabilizador seleccionado del grupo que consiste en fenoles impedidos, tiofosfatos, trifénilfosforotionatos butilados, organofosfatos o fosfitos, aril alquil éteres, terpenos, terpenoides, epóxidos, epóxidos fluorados, oxetanos, ácido ascórbico, tioles, lactonas, tioéteres, aminas, nitrometano, alquilsilanos, derivados de benzofenona, sulfuros de arilo, ácido divinil tereftálico, ácido difenil tereftálico, hidrazonas, tales como acetaldehído dimetilhidrazona, líquidos iónicos y mezclas de los mismos, es decir, mezclas de cualquier de los estabilizadores divulgados en este párrafo. Los estabilizadores de terpenos o terpenoides pueden incluir farneseno. Los estabilizadores de fosfito pueden incluir fosfito de difenilo.

El estabilizador puede seleccionarse del grupo que consiste en tocoferol; hidroquinona; t-butilo hidroquinona;

monotiofosfatos; y ditiofosfatos, comercializados por Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza, en lo sucesivo en el presente documento "Ciba", bajo la marca registrada Irgalube® 63; ésteres de dialquilitiofosfato, comercializados por Ciba bajo las marcas registradas Irgalube® 353 e Irgalube® 350, respectivamente; trifenilfosforotionatos butilados, comercializados por Ciba bajo la marca registrada Irgalube® 232; fosfatos de amina, comercializados por Ciba bajo la marca registrada Irgalube® 349 (Ciba); fosfitos impedidos, comercializados por Ciba como Irgafos® 168 y tris-(di-terc-butilfenil)fosfito, comercializados por Ciba bajo la marca registrada Irgafos® OPH; (fosfito de di-n-octilo); y fosfito de isodecildifenilo, comercializado por Ciba bajo la marca registrada Irgafos® DDPP; fosfatos de trialquilo, tales como fosfato de trimetilo, fosfato de trietilo, fosfato de tributilo, fosfato de trioctilo y fosfato de tri(2-ethylhexilo); fosfatos de triarilo que incluyen fosfato de trifenilo, fosfato de tricresilo y fosfato de trixielenilo; y fosfatos de alquil-arilo mixtos que incluyen fosfato de isopropilfenilo (IPPP) y fosfato de bis(t-butilfenil)fenilo (TBPP); fosfatos de trifenilo butilados, tales como los comercializados bajo la marca registrada Syn-O-Ad® incluyendo Syn-O-Ad® 8784; fosfatos de trifenilo terc-butilados tales como los comercializados bajo la marca registrada Durad®620; fosfatos de trifenilo isopropilados tales como los disponibles comercialmente con las marcas registradas Durad® 220 y Durad®110; anisol; 1,4-dimetoxibenceno; 1,4-dietoxibenceno; 1,3,5-trimetoxibenceno; mirceno, aloocimeno, limoneno (en particular, d-limoneno); retiniano; pineno ( $\alpha$  o  $\beta$ ); mentol; geraniol; farnesol; fitol; vitamina A; terpineno; delta-3-careno; terpinoleno; felandreno; fencheno; dipenteno; caratenoïdes, tales como licopeno, betacaroteno y xantofillas, tales como zeaxantina; retinoides, tales como hepxantina e isotretinoína; bornano; óxido de 1,2-propileno; óxido de 1,2-butileno; n-butil glicidil éter; trifluorometiloxirano; 1,1-bis(trifluorometil)oxirano; 3-etyl-3-hidroximetil-oxetano, tal como OXT-101 (Toagosei Co., Ltd); 3-etyl-3-((fenoxi)metyl)-oxetano, tal como OXT-211 (Toagosei Co., Ltd); 3-etyl-3-((2-ethylhexiloxi)metyl)-oxetano, tal como OXT-212 (Toagosei Co., Ltd); ácido ascórbico; metanotiol (methyl mercaptano); etanotiol (ethyl mercaptano); coenzima A; ácido dimercaptosuccínico (DMSA); mercaptano de pomelo ((R)-2-(4-metilciclohex-3-enil)propano-2-tiolo); cisteína (ácido (R)-2-amino-3-sulfanil-propanoico); lipoamida (1,2-ditiolano-3-pentanamida); 5,7-bis(1,1-dimetiletilo)-3-[2,3(o 3,4)-dimetilfenil]-2(3H)-benzofuranona, comercializado por Ciba bajo la marca registrada Irganox® HP-136; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; diisopropilamina; 3,3'-tiopropionato de dioctadecilo, comercializado por Ciba bajo la marca registrada Irganox® PS 802 (Ciba); 3,3'-tiopropionato de didodecilo, comercializado por Ciba bajo la marca registrada Irganox® PS 800; sebacato de di-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidilo), comercializado por Ciba bajo la marca registrada Tinuvin® 770; poli-(N-hidroxietil-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxi-piperidilsuccinato), comercializado por Ciba bajo la marca registrada Tinuvin® 622LD (Ciba); metil bis amina de sebo; bis amina de sebo; fenol-alfa-naftilamina; bis(dimetilamino)metilsilano (DMAMS); tris(trimetilsilil)silano (TTMSS); viniltretoxsilano; vinyltrimetoxsilano; 2,5-difluorobenzofenona; 2',5'-dihidroxiacetofenona; 2-aminobenzofenona; 2-clorobenzofenona; sulfuro de bencilfenilo; sulfuro de difenilo; sulfuro de dibencilo; líquidos iónicos; y mezclas y combinaciones de los mismos.

El aditivo usado con las composiciones de la presente invención puede ser como alternativa un estabilizador líquido iónico. El estabilizador líquido iónico puede seleccionarse del grupo que consiste en sales orgánicas que son líquidas a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C), las sales que contienen cationes seleccionados del grupo que consiste en piridinio, piridazinio, pirimidinio, pirazinio, imidazolio, pirazolio, tiazolio, oxazolio y triazolio y mezclas de los mismos; y aniones seleccionados del grupo que consiste en  $[BF_4]$ ,  $[FP_6]$ ,  $[SbF_6]$ ,  $[CF_3SO_3]$ ,  $[HCF_2FC_2SO_3]$ ,  $[CF_3HFCC_2SO_3]$ ,  $[HCCIFCF_2SO_3]$ ,  $[(CF_3SO_2)_2N]$ ,  $[(CF_3FC_2SO_2)_2N]$ ,  $[(CF_3SO_2)_3C]$ ,  $[CF_3CO_2]^-$  y  $F^-$  mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, los estabilizadores de líquidos iónicos se seleccionan del grupo que consiste en emim  $BF_4$  (tetrafluoroborato de 1-etyl-3-metilimidazolio); bmim  $BF_4$  (tetraborato de 1-butil-3-metilimidazolio); emim  $PF_6$  (hexafluorofosfato de 1-etyl-3-metilimidazolio); y bmim  $PF_6$  (1-butil-3-metilimidazolio hexafluorofosfato), todos ellos comercializados por Fluka (Sigma-Aldrich).

En algunas realizaciones, el estabilizador puede ser un fenol impedido, que es cualquier compuesto de fenol sustituido, incluyendo fenoles que comprenden uno o más grupos sustituyentes alifáticos sustituidos o cíclicos, de cadena lineal o ramificada, tales como monofenoles alquilados que incluyen 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol; 2,6-di-terc-butil-4-etylfenol; 2,4-dimetil-6-tercbutilfenol; tocoferol; y similares, hidroquinona e hidroquinonas alquiladas que incluyen t-butil hidroquinona, otros derivados de hidroquinona; y similares, éteres de tioldifenilo hidroxilados, incluyendo 4,4'-tio-bis(2-metil-6-terc-butilfenol); 4,4'-tiobis(3-metil-6-tercbutilfenol); 2,2'-tiobis(4metil-6-terc-butilfenol); y similares, alquileno-bisfenoles que incluyen: 4,4'-metilenbis(2,6-di-terc-butilfenol); 4,4'-bis(2,6-di-terc-butilfenol); derivados de 2,2'- o 4,4-bifenoldioles; 2,2'-melenbis(4-etyl-6-terc-butilfenol); 2,2'-melenbis(4-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-butilidenobis(3-metil-6-terc-butilfenol); 4,4-isopropilidenobis(2,6-di-tercbutilfenol); 2,2'-melenbis(4-metil-6-nonilfenol); 2,2'-isobutilidenobis(4,6-dimetilfenol); 2,2'-melenbis(4-metil-6-ciclohexilfenol, 2,2- o 4,4-bifenoldioles que incluyen 2,2'-melenbis(4-etyl-6-terc-butilfenol); hidroxitolueno butilado (BHT, o 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol), bisfenoles que comprenden heteroátomos que incluyen 2,6-di-terc-alfa-dimetilamino-p-cresol, 4,4-tiobis(6-terc-butil-m-cresol); y similares; acilaminofenoles; 2,6-di-terc-butil-4(N,N'-dimetilaminometilfenol); sulfuros que incluyen; bis(3-metil- sulfuro de 4-hidroxi-5-terc-butilbencilo, sulfuro de bis(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencilo) y mezclas de los mismos, lo que significa mezclas de cualquiera de los fenoles divulgados en este párrafo.

El componente no refrigerante que se usa con las composiciones de la presente invención puede, como alternativa, ser un trazador. El trazador puede ser dos o más compuestos trazadores de la misma clase de compuestos o de diferentes clases de compuestos. En algunas realizaciones, el trazador está presente en las composiciones a una concentración total de aproximadamente 50 partes por millón en peso (ppm) a aproximadamente 1000 ppm, basado en el peso total de la composición. En otras realizaciones, el trazador está presente en una concentración total de aproximadamente 50 ppm a aproximadamente 500 ppm. Como alternativa, el trazador está presente en una

concentración total de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm.

El trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en hidrofluorocarburos (HFC), hidrofluorocarburos deuterados, perfluorocarburos, fluoroéteres, compuestos bromados, compuestos yodados, alcoholes, aldehídos y cetonas, óxido nitroso y combinaciones de los mismos. Como alternativa, el trazador puede seleccionarse del grupo que consiste en trifluorometano (HFC-23), fluoroetano (HFC-161), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropropano (HFC-227ca), 1,1,1,2,2,3-hexafluoropropano (HFC-236cb), 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (HFC-245cb), 1,1,2,2-tetrafluoropropano (HFC-254cb), 1,1,1,2-tetrafluoropropano (HFC-254eb), 1,1,1-trifluoropropano (HFC-263fb), 2,2-difluoropropano (HFC-272ca), 2-fluoropropano (HFC-281ea), 1-fluoropropano (HFC-281fa), 1,1,1,2,2,3,3,4-nonafluorobutano (HFC-329p), 1,1,1-trifluoro-2-metilpropano (HFC-329mmz), 1,1,1,2,2,4,4-octafluorobutano (HFC-338mf), 1,1,2,2,3,3,4,4-octafluorobutano (HFC-338pcc), 1,1,1,2,2,3,3-heptafluorobutano (HFC-347s), hexafluoroetano (perfluoroetano, PFC-116), perfluoro-ciclopropano (PFC-C216), perfluoropropano (PFC-218), perfluoro-ciclobutano (PFC-C318), perfluorobutano (PFC-31-10mc), perfluoro-2-metilpropano ( $\text{CF}_3\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ ), perfluoro-1,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mycm), trans-perfluoro-2,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mym, trans), cis-perfluoro-2,3-dimetilciclobutano (PFC-C51-12mym, cis), perfluorometilciclopentano, perfluorometilciclohexano, perfluorodimetilciclohexano (orto, meta o para), perfluoroetilciclohexano, perfluoroindano, perfluorotrimetilciclohexano e isómeros de los mismos, perfluoroisopropilciclohexano, cis-perfluorodecalina, trans-perfluorodecalina, cis- o trans-perfluorometildecalina y mezclas de los mismos. En algunas realizaciones, el trazador es una mezcla que contiene dos o más hidrofluorocarbonos o un hidrofluorocarbono en combinación con uno o más perfluorocarbonos.

El trazador puede añadirse a las composiciones de la presente invención en cantidades predeterminadas para permitir la detección de cualquier dilución, contaminación u otra alteración de la composición.

25 El aditivo que puede usarse con las composiciones de la presente invención puede ser como alternativa un perfluoropolíéster como se describe en detalle en el documento US 2007-0284555,

30 Se reconocerá que algunos de los aditivos mencionados anteriormente adecuados para el componente no refrigerante se han identificado como refrigerantes potenciales. Sin embargo, de acuerdo con esta invención, cuando se utilizan estos aditivos, no están presentes en una cantidad que pudiera afectar a las características básicas y novedosas de las mezclas de refrigerantes de esta invención.

35 En algunas realizaciones, las composiciones divulgadas en el presente documento pueden prepararse mediante cualquier método conveniente para combinar las cantidades deseadas de los componentes individuales, como es rutinario en la técnica. Un método preferido es pesar las cantidades de los componentes deseados y, a continuación, combinar los componentes en un recipiente apropiado. Si se desea, se puede usar agitación.

### Ejemplos

40 La invención se describirá con más detalle por medio de ejemplos específicos. Los siguientes ejemplos se ofrecen con fines ilustrativos y no pretenden limitar la invención de ninguna manera. Los expertos en la materia reconocerán fácilmente una diversidad de parámetros no críticos que pueden cambiarse o modificarse para producir los mismos resultados esencialmente. Los siguientes parámetros se usaron como base para calcular los datos comparativos para R-410A o R-32, como se muestra en la Tabla A:  $T_{\text{condensador}} = 40,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{evaporador}} = 4,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Espacio libre del compresor: 0,05; Desplazamiento del compresor  $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$ ; Carga de enfriamiento: 1,0 tonelada de refrigeración; Eficiencia: 75 %;  $T_{\text{retorno}} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Subenfriamiento: 8 K.

Tabla A

R-410A (%) en peso)	R-32 (%) en peso)	GWP según AR4	P de evap. (kPa)	P de cond. (kPa)	T de descarga (°C)	Deslizamiento promedio (K)	COP	Cap (kJ/m³)
100	0	2088	906	2422	78	0,1	4,769	5902
0	100	675	922	2478	94	0	4,765	6278

50 Ejemplo 1: R-1225yeE/HFO-1234yf/R-32/CO<sub>2</sub>

### Mezclas como refrigerantes de sustitución para R-410A o R-32

55 El rendimiento de enfriamiento para mezclas que contienen R-1225ye(E), R-1234yf, R-32 y CO<sub>2</sub> se determinó, incluyendo: presión de succión (P de succión), presión de descarga (P de descarga), temperatura de descarga del compresor (T de descarga) y deslizamiento promedio de la temperatura para el evaporador y el condensador (deslizamiento promedio). También se determinaron la eficiencia energética relativa (COP) y la capacidad de enfriamiento volumétrica (CAP) para mezclas en relación con R-410A y R-32.

60 Para calcular los datos mostrados en las Tablas 1A-1C se usaron los siguientes parámetros:  $T_{\text{condensador}} = 40,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{evaporador}} = 4,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Espacio libre del compresor: 0,05; Desplazamiento del compresor  $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$ ; Carga de

enfriamiento: 1,0 tonelada de refrigeración; Eficiencia: 75 %;  $T_{\text{retorno}} = 18^\circ\text{C}$ ; Subenfriamiento: 8 K.

Tabla 1A

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	P de evap. (kPa)	P de cond. (kPa)	T de descarga (°C)	Deslizamiento promedio (K)
37	36	18	9	125	663	1921	73	19,9
35	35	20	10	138	704	2029	74	19,9
34	33	22	11	151	744	2130	75	19,8
32	32	24	12	165	785	2235	76	19,5
31	30	26	13	178	824	2334	77	19,3
29	29	28	14	191	865	2438	79	18,8
28	27	30	15	205	903	2543	80	18,4

5

Tabla 1B

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	COP	COP en relación con 410A	COP en relación con R- 32
37	36	18	9	125	4,930	103 %	103 %
35	35	20	10	138	4,895	103 %	103 %
34	33	22	11	151	4,862	102 %	102 %
32	32	24	12	165	4,827	101 %	101 %
31	30	26	13	178	4,795	101 %	101 %
29	29	28	14	191	4,762	100 %	100 %
28	27	30	15	205	4,733	99 %	99 %

Tabla 1C

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	Cap (kJ/m <sup>3</sup> )	Cap en relación con 410A	Cap en relación con R32
37	36	18	9	125	4732	80 %	75 %
35	35	20	10	138	4977	84 %	79 %
34	33	22	11	151	5206	88 %	83 %
32	32	24	12	165	5439	92 %	87 %
31	30	26	13	178	5659	96 %	90 %
29	29	28	14	191	5886	100 %	94 %
28	27	30	15	205	6099	103 %	97 %

10 Los resultados en las Tablas 1A, 1B y 1C muestran que las mezclas analizadas en este ejemplo son buenas alternativas a R-32 y R-410A con capacidades de enfriamiento y eficiencias energéticas (COP) similares. Las mezclas preferidas tienen una capacidad de enfriamiento dentro de +/-20 %, más preferentemente +/- 10 % de cada refrigerante existente. Las mezclas preferidas también tienen COP con -1/+3 % de cada refrigerante existente. Las temperaturas de descarga del compresor para las mezclas también son similares a las de R-32 y R-410A.

15 Ejemplo 2: R-1225yeE/HFO-1234yf/R-32/R-125/CO<sub>2</sub>

#### Mezclas como refrigerantes de sustitución para R-410A o R-32

20 El rendimiento de enfriamiento para mezclas que contienen R-1225ye(E), R-1234yf, R-32, R-125 y CO<sub>2</sub> se determinó usando el mismo enfoque que en el Ejemplo 1.

Para calcular los datos mostrados en las Tablas 2A-2C se usaron los siguientes parámetros:  $T_{\text{condensador}} = 40,0^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{evaporador}} = 4,0^\circ\text{C}$ ; Espacio libre del compresor: 0,05; Desplazamiento del compresor 0,1 m<sup>3</sup>/min; Carga de enfriamiento: 1,0 tonelada de refrigeración; Eficiencia: 75 %;  $T_{\text{retorno}} = 18^\circ\text{C}$ ; Subenfriamiento: 8 K.

25

Tabla 2A

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	R-125 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	P de evap. (kPa)	P de cond. (kPa)	T de descarga (°C)	Deslizamiento promedio (K)
28	27	30	11	4*	590	686	1934	74	11,6
29	29	28	9	5*	506	687	1944	73	13,0
28	27	30	10	5*	555	705	1990	74	12,4
31	30	26	7	6*	423	685	1949	73	14,6

(continuación)

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	R-125 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	P de evap. (kPa)	P de cond. (kPa)	T de descarga (°C)	Deslizamiento promedio (K)
29	29	28	8	6*	471	706	2001	74	138
28	27	30	9	6*	520	725	2046	75	13,2
32	32	24	5	7*	340	685	1959	73	16,0
31	30	26	6	7*	388	705	2006	74	15,4
29	29	28	7	7*	436	726	2056	75	14,6
28	27	30	8	7*	485	744	2102	75	13,9
34	33	22	3	8*	256	684	1964	73	17,6
32	32	24	4	8*	305	705	2015	74	16,8
31	30	26	5	8*	353	724	2062	75	16,1
29	29	28	6	8*	401	745	2112	75	15,3
28	27	30	7	8*	450	764	2157	76	14,6
35	35	20	1	9	173	684	1973	73	191
34	33	22	2	9	221	704	2020	74	18,4
32	32	24	3	9	270	725	2071	75	17,6
31	30	26	4	9	318	744	2117	75	16,8
29	29	28	5	9	366	765	2167	76	16,0
28	27	30	6	9	415	784	2212	77	15,3
34	33	22	1	10	186	724	2075	74	19,2
32	32	24	2	10	235	745	2126	75	18,3
31	30	26	3	10	283	764	2172	76	17,5
29	29	28	4	10	331	785	2222	76	16,6
28	27	30	5	10	380	804	2267	77	15,9
32	32	24	1	11	200	765	2181	76	18,9
31	30	26	2	11	248	784	2227	76	18,1
29	29	28	3	11	296	805	2277	77	17,2
28	27	30	4	11	345	824	2321	78	16,4
31	30	26	1	12	213	804	2281	77	18,7
29	29	28	2	12	261	825	2331	78	178
28	27	30	3	12	310	844	2375	78	17,0
29	29	28	1	13	226	845	2384	78	18,3
28	27	30	2	13	275	864	2428	79	17,5
28	27	30	1	14	240	883	2481	79	18,0

\*como referencia

Tabla 2B

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	R-125 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	COP	COP en relación con 410A	COP en relación con R-32
28	27	30	11	4*	590	4,866	102 %	102 %
29	29	28	9	5*	506	4,868	102 %	102 %
28	27	30	10	5*	555	4,851	102 %	102 %
31	30	26	7	6*	423	4,875	102 %	102 %
29	29	28	8	6*	471	4,854	102 %	102 %
28	27	30	9	6*	520	4,838	101 %	102 %
32	32	24	5	7*	340	4,882	102 %	102 %
31	30	26	6	7*	388	4,862	102 %	102 %
29	29	28	7	7*	436	4,842	102 %	102 %
28	27	30	8	7*	485	4,825	101 %	101 %
34	33	22	3	8*	256	4,893	103 %	103 %
32	32	24	4	8*	305	4,870	102 %	102 %
31	30	26	5	8*	353	4,850	102 %	102 %
29	29	28	6	8*	401	4,830	101 %	101 %
28	27	30	7	8*	450	4,812	101 %	101 %
35	35	20	1	9	173	4,905	103 %	103 %
34	33	22	2	9	221	4,883	102 %	102 %
32	32	24	3	9	270	4,859	102 %	102 %
31	30	26	4	9	318	4,839	101 %	102 %
29	29	28	5	9	366	4,818	101 %	101 %

(continuación)

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	R-125 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	COP	COP en relación con 410A	COP en relación con R-32
28	27	30	6	9	415	4,801	101 %	101 %
34	33	22	1	10	186	4,872	102 %	102 %
32	32	24	2	10	235	4,848	102 %	102 %
31	30	26	3	10	283	4,827	101 %	101 %
29	29	28	4	10	331	4,806	101 %	101 %
28	27	30	5	10	380	4,789	100 %	101 %
32	32	24	1	11	200	4,837	101 %	102 %
31	30	26	2	11	248	4,816	101 %	101 %
29	29	28	3	11	296	4,795	101 %	101 %
28	27	30	4	11	345	4,778	100 %	100 %
31	30	26	1	12	213	4,806	101 %	101 %
29	29	28	2	12	261	4,784	100 %	100 %
28	27	30	3	12	310	4,767	100 %	100 %
29	29	28	1	13	226	4,773	100 %	100 %
28	27	30	2	13	275	4,755	100 %	100 %
28	27	30	1	14	240	4,744	99 %	100 %

\*como referencia

Tabla 2C

R- 1225yeE (% en peso)	R- 1234yf (% en peso)	R-32 (% en peso)	R-125 (% en peso)	CO <sub>2</sub> (% en peso)	GWP según AR4	Cap (kJ/m <sup>3</sup> )	Cap en relación con 410A	Cap en relación con R32
28	27	30	11	4*	590	4738	80 %	75 %
29	29	28	9	5*	506	4761	81 %	76 %
28	27	30	10	5*	555	4865	82 %	77 %
31	30	26	7	6*	423	4775	81 %	76 %
29	29	28	8	6*	471	4889	83 %	78 %
28	27	30	9	6*	520	4993	85 %	80 %
32	32	24	5	7*	340	4800	81 %	76 %
31	30	26	6	7*	388	4904	83 %	78 %
29	29	28	7	7*	436	5017	85 %	80 %
28	27	30	8	7*	485	5119	87 %	82 %
34	33	22	3	8*	256	4818	82 %	77 %
32	32	24	4	8*	305	4930	84 %	79 %
31	30	26	5	8*	353	5033	85 %	80 %
29	29	28	6	8*	401	5144	87 %	82 %
28	27	30	7	8*	450	5245	89 %	84 %
35	35	20	1	9	173	4845	82 %	77 %
34	33	22	2	9	221	4948	84 %	79 %
32	32	24	3	9	270	5059	86 %	81 %
31	30	26	4	9	318	5160	87 %	82 %
29	29	28	5	9	366	5270	89 %	84 %
28	27	30	6	9	415	5371	91 %	86 %
34	33	22	1	10	186	5078	86 %	81 %
32	32	24	2	10	235	5187	88 %	83 %
31	30	26	3	10	283	5287	90 %	84 %
29	29	28	4	10	331	5396	91 %	86 %
28	27	30	5	10	380	5495	93 %	88 %
32	32	24	1	11	200	5314	90 %	85 %
31	30	26	2	11	248	5412	92 %	86 %
29	29	28	3	11	296	5520	94 %	88 %
28	27	30	4	11	345	5619	95 %	90 %
31	30	26	1	12	213	5536	94 %	88 %
29	29	28	2	12	261	5643	96 %	90 %
28	27	30	3	12	310	5740	97 %	91 %
29	29	28	1	13	226	5765	98 %	92 %
28	27	30	2	13	275	5861	99 %	93 %
28	27	30	1	14	240	5981	101 %	95 %

\*como referencia

Los resultados en las Tablas 2A, 2B y 2C muestran que las mezclas analizadas en este ejemplo son buenas alternativas a R-32 y R-410A con capacidades de enfriamiento y eficiencias energéticas (COP) similares. Las mezclas preferidas tienen una capacidad de enfriamiento dentro de +/-20 %, más preferentemente +/- 10 % de cada refrigerante existente. Las mezclas preferidas también tienen COP con de 0 a +3 % de cada refrigerante existente.

- 5 Las temperaturas de descarga del compresor para las mezclas también son similares a las de R-32 y R-410A.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, HFO-1234yf, R-32 y CO<sub>2</sub>, en donde la composición comprende de aproximadamente 28 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 18 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R -32, y de aproximadamente 9 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- 5 2. La composición de la reivindicación 1, en donde la composición comprende de aproximadamente 35 a aproximadamente 37 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 35 a 10 aproximadamente 36 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 18 a aproximadamente 20 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 9 a aproximadamente 10 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- 15 3. La composición de la reivindicación 1, en donde la composición comprende de aproximadamente 28 a 20 aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, y de aproximadamente 12 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- 25 4. La composición de la reivindicación 1 o 3, en donde la composición comprende de aproximadamente 28 a 20 aproximadamente 31 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a aproximadamente 30 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 26 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32 y de aproximadamente 13 a aproximadamente 15 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- 5 5. La composición de la reivindicación 1, en donde la composición comprende además R-125.
- 25 6. La composición de la reivindicación 1 o 5, en donde la composición comprende de aproximadamente 28 a 30 aproximadamente 32 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a 30 aproximadamente 32 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 por ciento en peso de R-32, de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 por ciento en peso de R-125 y de aproximadamente 10 a aproximadamente 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
- 35 7. La composición de la reivindicación 1, 5 o 6 en donde la composición comprende de aproximadamente 28 a 35 29 por ciento en peso de (E)-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno, de aproximadamente 27 a 35 29 por ciento en peso de HFO-1234yf, de aproximadamente 28 a 35 30 por ciento en peso de R-32, de aproximadamente 1 a 35 4 por ciento en peso de R-125 y de aproximadamente 11 a 35 14 por ciento en peso de CO<sub>2</sub>.
8. La composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el GWP de la composición es inferior a 40 45 aproximadamente 150.
9. Un proceso para producir enfriamiento, que comprende condensar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y luego evaporar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se debe enfriar.
10. Un proceso para producir calentamiento, que comprende evaporar la composición de una cualquiera de las 45 reivindicaciones 1 a 8 y luego condensar dicha composición en las proximidades de un cuerpo que se debe calentar.
11. Un método para reemplazar R-410A o R-32 en un sistema de refrigeración, aire acondicionado o bomba de calor, que comprende proporcionar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 como sustitución para dicho R-410A o R-32.
- 50 12. Un sistema de aire acondicionado, sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración que comprende la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
13. El sistema de aire acondicionado, sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración de la reivindicación 12, 55 en donde el sistema comprende un evaporador, compresor, condensador y dispositivo de expansión.
14. El sistema de aire acondicionado, sistema de bomba de calor o sistema de refrigeración de la reivindicación 12 o 13, en donde dicho sistema comprende uno o más intercambiadores de calor que operan en modo de contracorriente o modo de corriente cruzada con tendencia a contracorriente.